

WHAT IS CLAIMED IS:

1. 所定の周波数の駆動信号が圧電素子に与えられることで振動する振動体と、この振動体に設けられるとともに駆動対象に当接される当接部とを備えた圧電アクチュエータの駆動方法であって、

5 前記振動体の振動状態を表す検出信号を検出し、この検出信号及び前記駆動信号に基づいてまたは前記検出信号に基づいて前記圧電素子へ供給する駆動信号の周波数を制御するとともに、

前記検出信号の振幅を検出し、この振幅と振幅基準値とを比較し、この比較結果に基づいて前記駆動信号の周波数を制御する、ことを特徴とする圧電アクチュエータの駆動方法。

10 2. 請求項 1 に記載の圧電アクチュエータの駆動方法において、

前記駆動信号の周波数の 2 つの制御のうち、一方の制御は、駆動信号の周波数を増加又は減少する制御であり、他方の制御は、駆動信号の周波数の増加又は減少の変化割合の制御であることを特徴とする圧電アクチュエータの駆動方法。

15 3. 請求項 2 に記載の圧電アクチュエータの駆動方法において、

前記検出信号及び前記駆動信号に基づいてまたは前記検出信号に基づいて前記駆動信号の周波数を増加又は減少し、前記振幅と振幅基準値との比較結果に基づいて前記駆動信号の周波数の増加又は減少の変化割合を制御することを特徴とする圧電アクチュエータの駆動方法。

20 4. 請求項 3 に記載の圧電アクチュエータの駆動方法において、

前記振幅と振幅基準値とを比較して前記振幅が振幅基準値以上である場合には前記駆動信号の周波数の増加又は減少の変化割合を小さくし、前記振幅と振幅基準値とを比較して前記振幅が振幅基準値より小さい場合には前記駆動信号の周波数の増加又は減少の変化割合を大きくする、ことを特徴とする圧電アクチュエータの駆動方法。

25 5. 請求項 1 に記載の圧電アクチュエータの駆動方法において、

前記振動体から出力されて振動体の振動状態を表す検出信号と前記駆動信号の位相差を検出し、この位相差を位相差基準値と比較した結果に基づいて前記圧電素子へ供給する駆動信号の周波数を制御するとともに、

前記検出信号の振幅を検出し、この振幅と振幅基準値とを比較し、この比較結果に基づいて前記駆動信号の周波数を制御する、ことを特徴とする圧電アクチュエータの駆動方法。

6. 請求項 1 に記載の圧電アクチュエータの駆動方法において、

5 前記振動体から出力されて振動体の振動状態を表す複数の検出信号を検出し、複数の検出信号間の位相差を検出し、この位相差を位相差基準値と比較した結果に基づいて前記圧電素子へ供給する駆動信号の周波数を制御するとともに、
前記検出信号のうち、少なくとも 1 つの検出信号の振幅を検出し、この振幅と振幅基準値とを比較し、この比較結果に基づいて前記駆動信号の周波数を制御する、ことを特徴とする圧電アクチュエータの駆動方法。

7. 請求項 1 に記載の圧電アクチュエータの駆動方法において、

前記振動体は、所定の周波数の駆動信号が圧電素子に与えられることで第 1 の振動モード及び第 2 の振動モードで振動し、

15 前記検出信号は、振動体から出力されて第 1 の振動モード及び／又は第 2 の振動モードでの振動状態を表す検出信号である、ことを特徴とする圧電アクチュエータの駆動方法。

8. 所定の周波数の駆動信号が圧電素子に与えられることで振動する振動体と、この振動体に設けられるとともに駆動対象に当接される当接部とを備えた圧電アクチュエータにおける前記圧電素子へ駆動信号を供給する圧電アクチュエータの駆動装置であって、

前記駆動信号の周波数を制御する周波数制御手段と、前記検出信号の振幅を検出する振幅検出手段と、を備え、

25 前記周波数制御手段は、振動体の振動状態を表す検出信号を検出し、この検出信号及び前記駆動信号に基づいてまたは前記検出信号に基づいて前記駆動信号の周波数を制御するとともに、

前記振幅と振幅基準値とを比較し、この比較結果に基づいて前記駆動信号の周波数を制御する、ことを特徴とする圧電アクチュエータの駆動装置。

9. 請求項 8 に記載の圧電アクチュエータの駆動装置において、

前記周波数制御手段は、駆動信号の周波数を増加又は減少する制御を行う周波

数増減制御手段と、駆動信号の周波数の増加又は減少の変化割合を制御する周波数増減割合制御手段とを備え、

前記周波数増減制御手段または周波数増減割合制御手段の一方は、振動体の振動状態を表す検出信号を検出し、この検出信号及び前記駆動信号に基づいてまた

5 前記検出信号に基づいて前記駆動信号の周波数を制御し、

前記周波数増減制御手段または周波数増減割合制御手段の他方は、前記振幅と振幅基準値とを比較し、この比較結果に基づいて前記駆動信号の周波数を制御する、ことを特徴とする圧電アクチュエータの駆動装置。

10. 請求項 9 に記載の圧電アクチュエータの駆動装置において、

10 前記周波数制御手段は、前記検出信号及び前記駆動信号に基づいてまたは前記検出信号に基づいて前記駆動信号の周波数を増加又は減少する周波数増減制御手段と、前記振幅と振幅基準値との比較結果に基づいて前記駆動信号の周波数の増加又は減少の変化割合を制御する周波数増減割合制御手段とを備えることを特徴とする圧電アクチュエータの駆動装置。

15 11. 請求項 8 に記載の圧電アクチュエータの駆動装置において、

前記振動体の振動状態を表す検出信号を検出し、この検出信号及び前記駆動信号間の位相差または複数の検出信号間の位相差を検出する位相差検出手段を備え、

前記周波数制御手段は、前記位相差検出手段で検出された位相差と位相差基準値とを比較するとともに、この比較結果に基づいて前記圧電素子へ供給する駆動信号の周波数を制御するとともに、前記振幅と振幅基準値とを比較し、この比較結果に基づいて前記駆動信号の周波数を制御する、ことを特徴とする圧電アクチュエータの駆動装置。

12. 請求項 11 に記載の圧電アクチュエータの駆動装置において、

前記位相差検出手段は前記位相差を検出しこの位相差に相当する電圧値を有する位相差電圧信号を出力する位相差一電圧変換回路であることを特徴とする圧電アクチュエータの駆動装置。

13. 請求項 12 に記載の圧電アクチュエータの駆動装置において、

前記周波数制御手段は、前記位相差を比較するための基準電圧と振幅を検出するための基準電圧とをそれぞれ出力する定電圧回路と、この定電圧回路で出力さ

れる位相比較用基準電圧と前記位相差－電圧変換回路から出力される位相差電圧とを比較して比較結果信号を出力する比較回路と、この比較回路で出力される比較結果信号を受けて前記圧電素子に供給する駆動信号の周波数を制御する駆動制御部とを備え、前記振幅検出手段は、前記定電圧回路で出力される振幅検出用基

5 準電圧と前記検出信号とを比較して振幅を検出する振幅検出回路であり、前記駆動制御部は、前記振幅検出回路で検出された振幅検出電圧が基準電圧以上である場合には所定時間当たりの前記周波数の変化割合を小さくし、前記振幅検出回路で検出された振幅検出電圧が基準電圧より小さい場合には所定時間当たりの前記周波数の変化割合を大きくする機能を有することを特徴とする圧電アクチュエータの駆動装置。

14. 請求項 13 に記載の圧電アクチュエータの駆動装置において、

前記駆動制御部は、前記圧電素子に駆動信号を供給する駆動回路と、この駆動回路に入力される電圧に対応した周波数を出力する電圧制御発振器と、前記振幅と振幅基準値とを比較した結果に基づいて前記電圧制御発振器に供給する電圧を調整する電圧調整回路とを備えたことを特徴とする圧電アクチュエータの駆動装置。

15. 請求項 14 に記載の圧電アクチュエータの駆動装置において、

前記電圧調整回路は、前記電圧制御発振器に出力する電圧を調整する電圧調整部と、出力するクロック信号の周波数を可変としたクロック回路と、このクロック回路で出力されるクロック信号に対応して前記電圧調整部へ信号を出力するとともに前記クロック信号の周波数を前記振幅検出回路で検出された振幅信号に基づいて変更する制御回路と、を備えたことを特徴とする圧電アクチュエータの駆動装置。

16. 請求項 15 に記載の圧電アクチュエータの駆動装置において、

前記制御回路は前記振幅信号が基準電圧以上である場合には前記クロック回路から出力されるクロック信号を遅くし、前記振幅信号が基準電圧より小さい場合には前記クロック回路から出力されるクロック信号を速くすることを特徴とする圧電アクチュエータの駆動装置。

17. 請求項 14 に記載の圧電アクチュエータの駆動装置において、

前記電圧調整回路は、異なる時定数を有するとともに時定数に応じて前記電圧制御発振器に電圧を出力するループフィルタと、このループフィルタの時定数を前記振幅検出回路で検出された振幅信号に基づいて選択する制御回路とを備えたことを特徴とする圧電アクチュエータの駆動装置。

5 18. 請求項 17 に記載の圧電アクチュエータの駆動装置において、

前記制御回路は前記振幅信号が基準電圧以上である場合には前記ループフィルタから出力される電圧の量を小さくし、前記振幅信号が基準電圧より小さい場合には前記ループフィルタから出力される電圧の量を大きくすることを特徴とする圧電アクチュエータの駆動装置。

10 19. 所定の周波数の駆動信号が圧電素子に与えられることで振動する振動体及びこの振動体に設けられるとともに駆動対象に当接される当接部を有する圧電アクチュエータと、請求項 8 に記載の圧電アクチュエータの駆動装置と、前記圧電アクチュエータによって駆動される日付表示機構と、を備えたことを特徴とする電子時計。

15 20. 所定の周波数の駆動信号が圧電素子に与えられることで振動する振動体及びこの振動体に設けられるとともに駆動対象に当接される当接部を有する圧電アクチュエータと、請求項 8 に記載の圧電アクチュエータの駆動装置と、を備えたことを特徴とする電子機器。

21. 所定の周波数の駆動信号が圧電素子に与えられることで振動する振動体と、この振動体に設けられるとともに駆動対象に当接される当接部とを備えた圧電アクチュエータにおける前記圧電素子へ駆動信号を供給する圧電アクチュエータの駆動装置の制御プログラムであって、

前記駆動装置に組み込まれたコンピュータを、

前記検出信号の振幅を検出する振幅検出手段、及び、

25 前記振動体の振動状態を表す検出信号を検出し、この検出信号または検出信号及び前記駆動信号に基づいて前記圧電素子へ供給する駆動信号の周波数を制御するとともに、前記振幅と振幅基準値とを比較し、この比較結果に基づいて前記駆動信号の周波数を制御する周波数制御手段として機能させることを特徴とする圧電アクチュエータの駆動装置の制御プログラム。

22. 請求項 21 に記載の制御プログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。